

89

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-185778

(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

(21)Application number : 09-365129

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 18.12.1997

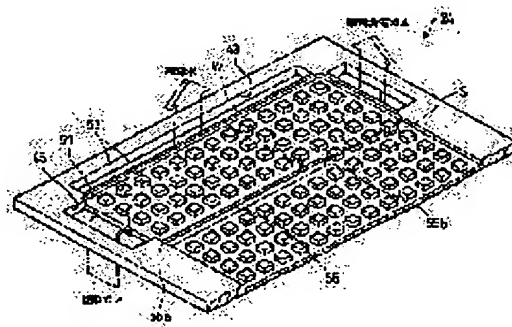
(72)Inventor : MIZUNO SEIJI

## (54) FUEL CELL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dissolve problems of an impediment of gaseous diffusion and drying up of an electrolytic film, and to realize more excellent battery performance.

SOLUTION: Plural rectangular parallelepiped projections 53 are formed in a lattice pattern on a stepped surface 51 which is an under surface of a flow path of a separator 24, further two linear rib pieces 55 are arranged so as to divide the width of the stepped surface 51 equally among three. One end parts 55a of the rib pieces 55 are connected with a flat surface of an outer edge of the separator 24, and the other end parts 55b are separated from the flat surface of the outer edge by a prescribed interval S. The stepped surface 51 is divided into three areas by the rib pieces 55, and the areas are communicated each other, consequently a meandering large flow path is formed on the stepped surface 51. Thus, the meandering fuel gas flow path (large passage) is formed by the rib pieces 55, also fuel gas flow paths (small passages) spreading in plural directions are formed by the plural projections 53.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-185778

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/02

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02

R

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-365129

(22) 出願日 平成9年(1997)12月18日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 水野 誠司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

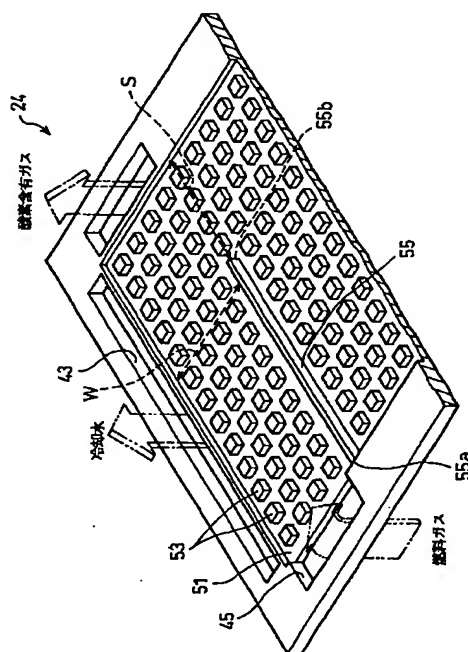
(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 ガスの拡散性の阻害や電解質膜がドライアップとなる不具合を解消して、より優れた電池性能を実現することを目的としている。

【解決手段】 セパレータ24の流路底面である段差面51には、格子状に複数の直方体の凸部が形成されており、さらに、段差面51の幅を3等分するように配列された2本の直線状のリブ片55が形成されている。リブ片55は、一方の端部55aをセパレータ24の外縁の平面部に接続し、他方側の端部55bは、外縁の平面部から所定の距離Sだけ離間するようになっている。リブ片55により、段差面51は3つの領域に分けられ、これら領域は連通していることから、段差面51上に、蛇行状の1つの大流路が形成されることになる。従って、リブ片55により、蛇行状の燃料ガスの流路(大流路)が形成され、さらに、複数の凸部53により、複数方向に分散する燃料ガスの流路(小流路)が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、

該接合体に接触し、該電極の面に沿った方向に供給ガスを流す流路を形成する流路形成部材とを備える燃料電池において、

前記流路形成部材は、

前記電極の面に対向する流路底面と、

該流路底面から突出して、前記電極の面に達する複数の凸部と、

前記流路底面上の前記複数の凸部が設けられた範囲を複数の領域に分けて、各領域を連通した状態とすることにより、屈曲形状の前記流路を形成するリブ部とを備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】 前記リブ部は、1 または複数の直線状のリブ片を並列に配置したリブ列である請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 3】 前記直線状のリブ片により形成される前記流路の折り返し部分の幅は、前記流路の幅より狭い大きさである請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 4】 電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、

該接合体に接触し、該電極に供給ガスを流すガス流路を形成するガス流路形成部材と、

前記ガス流路形成部材に接触し、該ガス流路形成部材の面に沿った方向に冷却水を流す冷却水流路を形成する冷却水流路形成部材とを備えた燃料電池において、

前記冷却水流路形成部材は、

前記ガス流路形成部材の面に対向する流路底面と、

該流路底面から突出して、前記ガス流路形成部材の面に達する複数の凸部と、前記流路底面上の前記複数の凸部が設けられた範囲を複数の領域に分けて、各領域を連通した状態とすることにより、屈曲形状の前記冷却水流路を形成するリブ部とを備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 5】 前記リブ部は、1 または複数の直線状のリブ片を並列に配置したリブ列である請求項 4 に記載の燃料電池。

【請求項 6】 前記直線状のリブ片により形成される前記冷却水流路の折り返し部分の幅は、前記冷却水流路の幅より狭い大きさである請求項 5 に記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料電池に関し、詳しくは、電解質膜を一对の電極で挟持する接合体に供給ガスを供給する供給ガス流路に特徴を有する燃料電池、または、冷却水を供給する冷却水流路に特徴を有する燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、燃料の有しているエネルギーを

直接電氣的エネルギーに変換する装置として燃料電池が知られている。燃料電池は、通常、電解質膜を挟んで一对の電極を配置するとともに、一方の電極の表面に水素等の燃料ガスを接触させ、また他方の電極の表面に酸素を含有する酸素含有ガスを接触させ、このとき起こる電気化学反応を利用して、電極間から電気エネルギーを取り出すようにしている。燃料電池は、燃料ガスと酸素含有ガスが供給されている限り高い効率で電気エネルギーを取り出すことができる。

10 【0003】ところで、こうした燃料電池では、電極表面への燃料ガスや酸素含有ガスの供給を、これらガスの流路と集電極とを兼ねるセパレータと呼ばれる部材で行なっている。このセパレータとしては、直線状の流路溝を複数備えたストレート型のものが一般的である。また、複数の凸部を設け、その凸部間の隙間により流路を構成した分割リブ型のものも知られている。分割リブ型のセパレータは、水分が凝縮するいわゆるフラッディング等により一つの流路が閉塞されても、流路が複数方向に分散するため、ガスや生成水は他の流路に回り込むことが可能であることから、ガスの拡散性と生成水の排水性に優れている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記分割リブ型のセパレータを用いた燃料電池では、流路が複数方向に分散するため、ガスの流速が不足する恐れがあった。流速が不足すると、ガスの拡散性が阻害されて濃度分極が起り、燃料電池の電池性能の低下をもたらすといった問題を生じた。

30 【0005】また、供給ガス（燃料ガスや酸素含有ガス）として湿度の低いドライガスが用いられて運転がなされている場合は、酸素含有ガスが供給される側の電極で排水性が過多となって、電解質膜がドライアップとなることがあった。このため、同様に電池性能の低下をもたらす問題が生じた。

【0006】本発明は、こうした問題に鑑みてなされたもので、ガスの拡散性の阻害や電解質膜がドライアップとなる不具合を解消して、より優れた電池性能を実現することを目的としている。

【0007】

40 【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第 1 の燃料電池は、電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、該接合体に接触し、該電極の面に沿った方向に供給ガスを流す流路を形成する流路形成部材とを備える燃料電池において、前記流路形成部材は、前記電極の面に対向する流路底面と、該流路底面から突出して、前記電極の面に達する複数の凸部と、前記流路底面上の前記複数の凸部が設けられた範囲を複数の領域に分けて、各領域を連通した状態とすることにより、屈曲形状の前記流路を形成するリブ部とを備えることを要旨としている。

【0008】ここで、上記供給ガスとしては、燃料電池のアノードに送る燃料ガスであってもよいし、カソードに送る酸素含有ガスであってもよい。

【0009】上記構成の燃料電池によれば、流路形成部材により、流路底面上に複数の凸部が形成され、さらに、複数の凸部が設けられた範囲にリブ部が形成される。このリブ部によれば、流路底面上の複数の凸部が設けられた範囲が複数の領域に分けられ、各領域が連通した状態となったおり、この結果、屈曲形状の流路が形成される。

【0010】こうした構成の燃料電池は、流路底面上に複数の凸部を設けた従来例（分割リブ型のセパレータ）と比較して、凸部間の流路の幅に変わりはないが、リブ部を形成したことにより、供給ガスの供給口と排出口とを結ぶ流路全体の幅は狭くなる。流路の幅が狭くなると、供給ガスの流速は高くなることから、供給ガスの拡散性を高めて濃度分極を低減することができる。したがって、この第1の燃料電池によれば、燃料電池の電池性能の向上を図ることができる。

【0011】また、この燃料電池では、供給ガスの流路を屈曲形状としたことで流路の全長が長くなっていることから、供給ガスとして湿度の低いドライガスが用いられた場合に、電解質膜のドライアップを防止することができる。流路の全長が長くなると、下流に進むほど、供給ガスが次第に加湿されていくためであり、電解質膜のドライアップを防止することができる。これによっても、燃料電池の電池性能の向上を図ることができる。

【0012】上記構成の燃料電池において、前記リブ部は、1または複数の直線状のリブ片を並列に配置したリブ列である構成とすることができる。

【0013】この構成によれば、直線状のリブ片を用いるだけで、屈曲形状の流路を簡単に作ることができる。

【0014】上記構成の燃料電池において、さらに、前記直線状のリブ片により形成される前記流路の折り返し部分の幅は、前記流路の幅より狭い大きさである構成とすることも可能である。

【0015】この構成の燃料電池によれば、流路の折り返し部分の幅が流路の幅より狭くなっていることから、流路の折り返し部分での流速をアップすることができる。したがって、流速アップにより供給ガスの拡散性がより高いものとなることから、濃度分極をより低減することができる。

【0016】本発明の第2の燃料電池は、電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、該接合体に接触し、該電極に供給ガスを流すガス流路を形成するガス流路形成部材と、前記ガス流路形成部材に接触し、該ガス流路形成部材の面に沿った方向に冷却水を流す冷却水流路を形成する冷却水流路形成部材とを備えた燃料電池において、前記冷却水流路形成部材は、前記ガス流路形成部材の面

ガス流路形成部材の面に達する複数の凸部と、前記流路底面上の前記複数の凸部が設けられた範囲を複数の領域に分けて、各領域を連通した状態とすることにより、屈曲形状の前記冷却水流路を形成するリブ部とを備えることを要旨としている。

【0017】上記構成の燃料電池によれば、流路底面上に設けた複数の凸部により冷却水の流路が形成されることから、冷却水の拡散性が向上して、冷却水の流れ分布が均一化される。また、凸部の形状の効果により伝熱面積を高めることができる。さらに、リブ部を設けたことにより、冷却水の供給口と排出口とを結ぶ流路全体の幅は狭くなる。冷却水流路の幅が狭くなると、冷却水の流速は高くなることから、冷却効率を高めることができる。

【0018】したがって、この第2の燃料電池によれば、冷却（温調）性能の向上を図ることができることから、電極のフラッシングや電解質膜のドライアップを抑制することができ、延いては、電池性能の向上を図ることができる。

【0019】上記構成の燃料電池において、前記リブ部は、1または複数の直線状のリブ片を並列に配置したリブ列である構成とすることもできる。

【0020】この構成によれば、直線状のリブ片を用いるだけで、屈曲形状の冷却水の流路を簡単に作ることができる。

【0021】さらに、上記構成の燃料電池において、前記直線状のリブ片により形成される前記冷却水流路の折り返し部分の幅は、前記冷却水流路の幅より狭い大きさである構成とすることも可能である。

【0022】この構成の燃料電池によれば、冷却水流路の折り返し部分の幅が流路の幅より狭くなっていることから、冷却水流路の折り返し部分での流速をアップすることができ、従って、流速アップによる冷却性能の向上をより高めることができる。

【0023】

【発明の他の形態】本発明は、以下のような他の態様をとることも可能である。第1の態様は、電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、該接合体に接触し、該電極の面に沿った方向に供給ガスを流す流路を形成する流路形成部材とを備える燃料電池において、前記流路形成部材は、前記電極の面に対向する流路底面と、該流路底面から突出して、前記電極の面に達する複数の凸部と、前記流路底面上の前記複数の凸部が設けられた範囲に、各凸部間の流路の集合により形成される大流路を渦巻き状に形成するリブ部とを備えることを特徴とする燃料電池。

【0024】この第1の態様の燃料電池によれば、凸部により供給ガスの拡散性を高めることができる。また、渦巻き状の大流路により、供給ガスの流速をアップすることができる。これらの結果、燃料電池の電池性能の向

上を図ることができる。

【0025】第2の態様は、電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、該接合体に接触し、該電極に供給ガスを流すガス流路を形成するガス流路形成部材と、前記ガス流路形成部材に接触し、該ガス流路形成部材の面に沿った方向に冷却水を流す冷却水流路を形成する冷却水流路形成部材とを備えた燃料電池において、前記冷却水流路形成部材は、前記ガス流路形成部材の面に対向する流路底面と、該流路底面から突出して、前記ガス流路形成部材の面に達する複数の凸部と、前記流路底面上の前記複数の凸部が設けられた範囲に、各凸部間の流路の集合により形成される大流路を渦巻き状に形成するリブ部とを備えることを要旨としている。

【0026】この第2の態様の燃料電池によれば、凸部により冷却水の拡散性を高めることができる。また、渦巻き状の大流路により、冷却水の流速をアップすることができる。これらの結果、燃料電池の冷却性能を高めて、電池性能の向上を図ることができる。

【0027】第3の態様は、電解質膜を一对の電極で挟持する接合体と、該接合体に接触し、該電極に供給ガスを流すガス流路を形成するガス流路形成部材と、前記ガス流路形成部材に接触し、該ガス流路形成部材の面に沿った方向に冷却水を流す冷却水流路を形成する冷却水流路形成部材とを備えた燃料電池において、前記冷却水流路形成部材は、前記ガス流路形成部材の面に対向する流路底面と、該流路底面から突出して、前記ガス流路形成部材の面に達する複数の凸部とを備えることを特徴としている。

【0028】この第3の態様の燃料電池によれば、流路底面上に設けた複数の凸部により冷却水の流路が形成されることから、冷却水の拡散性が向上して、冷却水の流れ分布が均一化される。また、凸部の形状の効果により伝熱面積を高めることができる。したがって、この態様の燃料電池によれば、冷却性能の向上を図ることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。本発明の好適な第1実施例である固体高分子型燃料電池（以下、単に燃料電池と呼ぶ）10は、接合体としての単セル20を基本単位としており、単セル20を積層したスタック構造を有している。図1は、この単セル20の断面を模式的に表わす説明図である。燃料電池10の単セル20は、電解質膜21と、アノード22およびカソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0030】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24および25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード2

2およびカソード23との間に、燃料ガスおよび酸素含有ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸素含有ガス流路25Pが形成されている。

【0031】セパレータ24、25は、図1ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面に後述するリブ（凸部およびリブ片）が形成されており、片面はアノード22との間で燃料ガス流路24Pを形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード23との間で酸素含有ガス流路25Pを形成する。このように、セパレータ24、25は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸素含有ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル20を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブが形成されている。

【0032】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜（デュポン社製）を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が、塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適量有機溶剤に分散させ、電解質溶液を適量添加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとる。

【0033】白金触媒を担持したカーボン粉は次のような方法で作製されている。まず、塩化白金酸水溶液とチオ硫酸ナトリウムとを混合して、亜硫酸白金錯体の水溶液を得、この水溶液を攪拌しながら、過酸化水素水を滴下して、水溶液中にコロイド状の白金粒子を析出させる。次にこの水溶液に担体となるカーボンブラック〔例えばVulcan XC-72（米国のCABOT社の商標）やデнкаブラック（電気化学工業株式会社の商標）〕を添加しながら、攪拌し、カーボンブラックの表面にコロイド状の白金粒子を付着させる。そして吸引ろ過または加圧ろ過により白金粒子が付着したカーボンブラックを水溶液中から分離し、脱イオン水で繰り返し洗浄した後、室温で完全に乾燥させる。次に、この乾燥の工程で凝集したカーボンブラックを粉砕機で粉砕し、水素還元雰囲気中で、250℃～350℃で2時間程度加熱して、カーボンブラック上の白金を還元すると共に、残留していた塩素を完全に除去して、白金触媒を担持したカーボン粉を完成する。

【0034】カーボンブラックへの白金の担持密度（カーボンの重量に対するカーボン上の白金の重量の比率）は、塩化白金酸の量とカーボンブラックの量との比率を

変えることにより調節することができ、任意の担持密度の白金触媒を得ることができる。なお、白金触媒の製造方法は、前述の方法に限らず、充分な触媒活性が得られる方法であれば、他の方法により製造したものであってもよい。

【0035】以上の説明では、白金を触媒として用いる場合について述べたが、この他にも、第1成分である白金と、第2成分であるルテニウム、ニッケル、コバルト、インジウム、鉄、クロム、マンガン等のうちの1種類あるいは2種類以上の成分との合金からなる合金触媒を使用することもできる。

【0036】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0037】上記電解質膜21とアノード22およびカソード23とは、熱圧着により一体化される。すなわち、白金などの触媒を塗布した電解質膜21をアノード22およびカソード23で挟持し、120～130℃に加熱しながらこれらを圧着する。電解質膜21とアノード22およびカソード23とを一体化する方法としては、熱圧着による他に、接着による方法を用いてもよい。アノード22およびカソード23で電解質膜21を挟持する際、各電極と電解質膜21との間をプロトン導電性固体高分子溶液（例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution）を用いて接合すれば、プロトン導電性固体高分子溶液が固化する過程で接着剤として働き、各電極と電解質膜21とが固着される。

【0038】セバレータ24、25は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セバレータ24、25はその両面に、既述したように、アノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、隣接する単セルのカソード23の表面とで酸素含有ガス流路25Pを形成する。こうしたセバレータ24、25の詳しい構成については後ほど説明する。

【0039】以上、燃料電池10の基本構造である単セル20の構成について説明した。実際に燃料電池10として組み立てるときには、図2に示すように、セバレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セバレータ25をこの順序で複数組積層し（本実施例では3組）、その複数組積層する毎に1個の冷却プレート30を挿入する。こうした3個の単セル20と1個の冷却プレート30の組合せを複数組積層することにより、単セル20を例えば、100組積層し、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板（図示せず）を配置することによって、スタック構造を構成す

る。

【0040】なお、冷却プレート30は、直線状の流路溝を複数備えたストレート型のもので、セバレータ24、25と同じ素材により形成されている。冷却プレート30は、外部からの冷却水を給排することにより、燃料電池10の温度調整を図る。

【0041】こうした構成の燃料電池10のセバレータ24、25の形状は次のようなものである。セバレータ24、25は同一の形状であることから、ここでは、セバレータ24を例にあげて説明する。図3は、セバレータ24の平面図である。図4は、セバレータ24の半分の斜視図である。図3および図4に示すように、セバレータ24は、4角形の板状部材として形成されており、対向する2つの辺の縁付近には、大口径の4角形の孔41（43）がそれぞれ設けられ、他の2つの辺の縁付近には、小口径の4角形の2つの孔45、46（47、48）がそれぞれ設けられている。

【0042】大口径の孔41、43は、積層した際、燃料電池10を積層方向に貫通する2つの冷却水給排流路を形成する。対角線に対向する2つの小口径の孔45、48は、積層した際、固体高分子型燃料電池10を積層方向に貫通する2つの燃料ガス給排流路を形成し、他の小口径の孔46、47は、同じく積層方向に貫通する2つの酸素含有ガス給排流路を形成する。

【0043】セバレータ24のこれら孔41、43、45、46、47、48が設けられた外縁の平面部より内側には、該平面部より一段下がった段差面51が形成されており、この段差面51には、規則正しく格子状に配列された幅2[mm]、長さ2[mm]、高さ1[mm]の直方体の凸部53が複数形成されている。

【0044】また、段差面51には、段差面51の幅を3等分するように配列された2本の直線状のリブ片55、56が形成されている。リブ片55、56は、凸部53と同じ高さ1[mm]で、幅1[mm]であり、長さは段差面51の横幅より短い。リブ片55、56は、互いに逆方向の端部55a、56aをセバレータ24の外縁の平面部に接続することで、他方側の端部55b、56bがその外縁の平面部から所定の距離Sだけ離間するようになっている。なお、この距離Sは、この実施例では、リブ片55、56により形成される流路の幅Wと等しい大きさである。

【0045】リブ片55、56により、段差面51は3つの領域に分けられ、これら領域は連通しており、その結果、段差面51上に、蛇行状（屈曲形状）の1つの大きな流路が形成されることになる。なお、この流路の両端は、対角線に配置された孔45、48のある位置に接しており、流路の端部と孔45、48の間には隔壁はないことから、上記蛇行状の流路は、孔45、48に連結される。この結果、孔45、48からなる燃料ガス給排流路からの燃料ガスが段差面51上の上記流路に供

給または排出されることになる。

【0046】こうしたセバレータ24の構成により、大きくは、リブ片55、56、段差面51およびアノード22の表面とで、蛇行状の燃料ガスの流路（大流路）を形成し、さらに、細かくは、凸部53、段差面51およびアノード22の表面とで、複数方向に分散する燃料ガスの流路（小流路）を形成する。これら燃料ガスの流路が、図1で示した燃料ガス流路24Pに相当することになる。

【0047】また、セバレータ24の積層面の他方（図2の裏面）にも、上記段差面51、凸部53およびリブ片55、56と同一形状の段差面、凸部およびリブ片（図示せず）が形成されている。この段差面、凸部およびリブ片とカソード23の表面とで酸素含有ガスの流路\*

カソード反応（酸素極）： $2H_2 + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O \dots (1)$

アノード反応（燃料極）： $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^- \dots (2)$

【0050】以上詳述したように、この実施例の燃料電池10では、各セルへの燃料ガスの給排口である孔45と孔48の間に、蛇行状の燃料ガスの流路が形成されており、この流路には、複数の凸部53が設けられている。このため、従来の分割リブ型のセバレータと比較して、リブ片55、56を設けたことにより、燃料ガスの給排口である孔45と孔48とを結ぶ流路全体の幅が狭くなる。流路の幅が狭くなると、燃料ガスの流速は高くなることから、燃料ガスの拡散性を高めて濃度分極を低減することができる。また、酸素含有ガスについても、同様の構成により、ガスの拡散性を高めて濃度分極を低減することができる。

【0051】また、この燃料電池10では、前述したようにガス流路を蛇行形状としたことで、流路の全長が長くなっていることから、燃料ガスや酸素含有ガスといった供給ガスにドライガスが用いられた場合であっても、電解質膜のドライアップを防止することができる。カソード23では、その電極反応により水が生成されるが、従来のリブ型のセバレータでは、その生成水の排水性が過多となって、電解質膜がドライアップとなりがちであったが、この燃料電池10では、前述したように流路の全長が長くなると、下流に進むほど、供給ガスが次第に加湿されていくことから、電解質膜21のドライアップを防止することができる。したがって、上記濃度分極を低減する作用と電解質膜21のドライアップ防止の作用とから、燃料電池10の電池性能の向上を図ることができる。

【0052】第1実施例の燃料電池10と従来の燃料電池との電池性能を比較したので、次に説明する。ここでは、従来の燃料電池として、分割リブ型のセバレータを使用したものと、蛇行状の流路溝を備えた、いわゆるサーペンタイン型のセバレータを使用したものとを2種類用意した。また、運転条件として、ウェットな供給ガス（燃料ガスの湿度が100 [%]、酸素含有ガスの湿度

\*を形成する。この酸素含有ガスの流路には、上記孔46、47により形成される酸素含有ガス給排流路からの酸素含有ガスが供給または排出される。なお、こうした酸素含有ガスの流路が図1で示した酸素含有ガス流路25Pに相当することになる。

【0048】こうした構成の燃料電池10は、前述したようにして、水素を含む燃料ガスを燃料ガス流路24Pに、酸素を含む酸素含有ガスを酸素含有ガス流路25Pにそれぞれ流すことにより、アノード22とカソード23とで、次式（1）および（2）に示した電気化学反応を行ない、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0049】

が90 [%]）を用いた第1の条件と、ドライな供給ガス（燃料ガスの湿度が100 [%]、酸素含有ガスの湿度が30 [%]）を用いた第2の条件との2つを採用した。

【0053】図5は、ウェットな供給ガスを用いた第1の条件下で燃料電池10と従来の燃料電池とを運転したときの電圧と電流密度との関係を示したグラフである。図6は、ドライな供給ガスを用いた第2の条件下で燃料電池10と従来の燃料電池を運転したときの電圧と電流密度との関係を示したグラフである。図5および図6中、曲線Aは燃料電池10について電圧と電流密度との関係を示し、曲線Bは分割リブ型の従来例についての電圧と電流密度との関係を示し、曲線Cはサーペンタイン型の従来例についての電圧と電流密度との関係を示す。

【0054】図5に示すように、ウェットな供給ガスの条件下においては、第1実施例の燃料電池10は、サーペンタイン型のセバレータを用いた燃料電池はもとより分割リブ型のセバレータを用いた燃料電池に比較して、測定範囲の総ての電流密度に亘ってその特性が優れていた。特に、高電流密度領域（0.5 [A/cm<sup>2</sup>]以上）での電圧低下が小さく、ガス拡散性の向上が認められた。

【0055】また、図6に示すように、ドライな供給ガスの条件下においては、第1実施例の燃料電池10は、サーペンタイン型のセバレータを用いた燃料電池および分割リブ型のセバレータを用いた燃料電池に比較して、測定範囲の総ての電流密度に亘ってその特性が優れていた。特に、ドライな供給ガスの条件下においては、分割リブ型のセバレータと比して、大きく電圧低下が小さいことから、電解質膜21のドライアップ防止の向上が認められた。

【0056】次に、この発明の第1実施例の変形例について説明する。第1実施例では、リブ片55、56により形成される蛇行状の流路の折り返し部分の幅（前述し



たリブ片55、56の端部55b、56bと外縁の平面部との間の距離Sに相当する)は、その流路の幅Wと等しい構成であったが、これに替えて、次のような構成とした。

【0057】図7は、変形例のセバレータ90の平面図である。図示するように、セバレータ90は、第1実施例のセバレータ24と比較してほぼ同じ形状をしており、相違するのは、リブ片91、92の全長が、第1実施例のリブ片55、56に比較して1.5[m] (凸部の幅の1.5倍) だけ長い点にある。かかる構成により、リブ片91、92の端部91b、92bと外縁の平面部との間の距離Saに相当する流路幅は、リブ片91、92により形成される流路の幅Wより狭い大きさとなる。

【0058】したがって、この変形例によれば、流路の折り返し部分の幅が狭いことによって、流路の折り返し部分での流速をアップすることができる。このため、供給ガスの拡散性はより高いものとなることから、流速アップによる排水性の向上をより高めることができる。

【0059】他の変形例について次に説明する。第1実施例および上記変形例では、リブ片91、92により形成される3つの流路は等間隔の幅Wを備える構成であったが、これに替えて、この他の変形例では、図8に示すように、リブ片96、97により形成される第1ないし第3の流路の幅W1、W2、W3が順に狭くなる(即ち、 $W1 \geq W2 \geq W3$  の関係を持つ)構成となっている。なお、この変形例のセバレータ95は、第1の流路からの折り返し部分の幅S1は第1の流路の幅W1より狭い大きさであり、第2の流路からの折り返し部分の幅S2は第2の流路の幅W2より狭い大きさである。

【0060】したがって、この変形例によれば、流路の幅が下流に進む程狭くなっていることと、流路の折り返し部分の幅がその直前の流路幅より狭くなっていることの双方によって、流速のアップを一層図ることができる。このため、供給ガスの拡散性は一層高いものとなることから、流速アップによる排水性の向上をより一層高めることができる。

【0061】第2実施例について、次に説明する。この第2実施例は、第1実施例の燃料電池10と比較してほぼ同じ構成の固体高分子型燃料電池に関するもので、セバレータ24、25と冷却プレート30の形状だけが第1実施例と比べて相違する。セバレータ(図示せず)は、従来より一般に用いられる分割リブ型のものである。冷却プレートの形状は次のようなものである。

【0062】図9は、この第2実施例で用いられる冷却プレート130の平面図である。図9に示すように、冷却プレート130は、4角形の板状部材として形成されており、第1実施例のセバレータ24と同様に、対向する2つの辺の縁付近には、大口径の4角形の孔131

(133) がそれぞれ設けられ、他の2つの辺の縁付近

には、小口径の4角形の2つの孔135、136(137、138) がそれぞれ設けられている。

【0063】大口径の孔131、133は、積層した際、燃料電池を積層方向に貫通する2つの冷却水給排流路を形成する。対角線上に対向する2つの小口径の孔135、138は、積層した際、燃料電池を積層方向に貫通する2つの燃料ガス給排流路を形成し、他の小口径の孔136、137は、同じく積層方向に貫通する2つの酸素含有ガス給排流路を形成する。

【0064】冷却プレート130のこれら孔131、133、135、136、137、138が設けられた外縁の平面部より内側には、該平面部より一段下がった段差面151が形成されており、この段差面151には、規則正しく格子状に配列された幅2[mm]、長さ2[mm]、高さ1[mm]の直方体の凸部153が複数形成されている。なお、段差面151と大口径の孔131、133からなる冷却水給排流路との間には隔壁はなく、孔131、133からの冷却水が、段差面151上の凸部153により形成される流路に供給または排出されることになる。

【0065】以上のように構成された、この第2実施例の燃料電池では、冷却プレート130に形成された複数の凸部153により、複数方向に分散する冷却水の流路が形成される。これによれば、冷却水の拡散性が向上して、冷却水の流れ分布が均一化されるまた、凸部153の形状の効果により電熱面積を高めることができる。

【0066】したがって、この第2実施例の燃料電池によれば、冷却(温調)性能の向上を図ることができることから、ガス拡散電極のフラッシングや電解質膜のドライアップを抑制することができ、延いては、電池性能の向上を図ることができる。

【0067】この第2実施例の燃料電池における電圧と電流密度との関係を、図10に示した。図中、曲線Aは第2実施例の燃料電池について電圧と電流密度との関係を示し、曲線Bは従来の燃料電池について電圧と電流密度との関係を示す。ここで、従来の燃料電池とは、直線状の流路溝を複数備えた従来のストレート型の冷却プレートを使用した燃料電池である。

【0068】図10に示すように、第2実施例の燃料電池は、従来例の燃料電池に比して、測定範囲の総ての電流密度密度に亘って、電圧低下が小さく、電池性能の向上が認められた。

【0069】この発明の第3実施例について、次に説明する。この第3実施例は、第2実施例と同様、冷却プレートの形状に特徴を備えるもので、それ以外については、従来の固体高分子型燃料電池と同一の構成を備える。この第3実施例の燃料電池で用いられる冷却プレートは、第1実施例で説明したセバレータ24の形状をほぼそのまま適用したものである。以下、冷却プレートについて詳細に説明する。

【0070】図11は、この第3実施例で用いられる冷却プレート230の平面図である。図11に示すように、冷却プレート230は、4角形の板状部材として形成されており、第2実施例の冷却プレート130と同様に、対向する2つの辺の縁付近には、大口径の4角形の孔231（233）がそれぞれ設けられ、他の2つの辺の縁付近には、小口径の4角形の2つの孔235、236（237、238）がそれぞれ設けられている。

【0071】この実施例の冷却プレート230は、第1実施例のセパレータ24と比して各孔231、233、235～238に流す流体が異なっている。この冷却プレート230においては、大口径の孔231、233は、積層した際、燃料電池を積層方向に貫通する2つの酸素含有ガス給排流路を形成する。対角線上に対向する2つの小口径の孔235、238は、積層した際、燃料電池を積層方向に貫通する2つの冷却水給排流路を形成し、他の小口径の孔236、237は、同じく積層方向に貫通する2つの燃料ガス給排流路を形成する。

【0072】冷却プレート230のこれら孔231、233、235、236、237、238が設けられた外縁の平面部より内側には、該平面部より一段下がった段差面251が形成されており、この段差面251には、規則正しく格子状に配列された幅2[mm]、長さ2[mm]、高さ1[mm]の直方体の凸部253が複数形成されている。

【0073】また、段差面251には、段差面251の幅を3等分するように配列された2本の直線状のリブ片255、256が形成されている。リブ片255、256は、凸部253と同じ高さ1[mm]で、幅1[mm]であり、長さは段差面251の横幅より短い。リブ片255、256は、互いに逆方向の端部255a、256aを冷却プレート230の外縁の平面部に接続することで、他方側の端部255b、256bがその外縁の平面部から所定の距離Xだけ離間するようになっている。なお、この距離Xは、この実施例では、リブ片255、256により形成される流路の幅Yより狭い大きさである。なお、この距離Xと幅Yとの大小関係は、幅Yの方が必ずしも大きい必要はないが、その大小関係により冷却性能に差異が生じる。この冷却性能の差異については後述する。

【0074】上述したリブ片255、256により、段差面251は3つの領域に分けられて、これら領域は連通しており、その結果、段差面251上に、蛇行状（屈曲形状）の1つの大きな流路が形成されることになる。なお、この流路の両端は、対角線に配置された孔235、孔238のある位置に接しており、流路の端部と孔235、238との間には隔壁はないことから、上記蛇行状の流路は、孔235、238に連結される。この結果、孔235、238からなる冷却水給排流路からの冷却水が段差面251上の上記流路に供給または排出され

ることになる。

【0075】こうした冷却水プレートの構成により、大きくは、リブ片255、256、段差面251およびガス拡散電極の電解質膜と反対側の表面とで、蛇行状の冷却水の流路（大流路）を形成し、さらに、細かくは、凸部253、段差面251およびガス拡散電極の電解質膜と反対側の表面とで、複数方向に分散する冷却水の流路（小流路）を形成する。

【0076】以上のように構成された、この発明の第3実施例の燃料電池では、冷却プレート230に形成された複数の凸部253により、冷却水は複数方向に分散して、冷却水の拡散性が向上する。しかも、リブ片255、256により、冷却水の吸入口と排出口とを結ぶ流路全体の幅が狭められて、冷却水の流速がアップされる。

【0077】したがって、この第3実施例の燃料電池によれば、冷却水の拡散性と流速アップとにより、冷却（温調）性能の向上をより図ることができる。このため、電池性能をより優れたものとしてすることができる。

【0078】さらに、この第3実施例の燃料電池によれば、冷却水流路の蛇行状の折り返し部分の幅に相当する上記距離Xは、その流路の幅Yより狭い大きさとなっていることから、この折り返し部分により冷却水の流速をよりアップすることができる。したがって、冷却（温調）性能の向上をより一層図ることができる。

【0079】この第3実施例の燃料電池において、上述した冷却水流路の折り返し部分の幅（上記距離Xに対応し、以下この折り返し部分の幅についてもXで示す）を変更して得られる燃料電池の電池性能を比較したので、次に説明する。ここでは、比較対象として、冷却水流路の折り返し部分の幅Xがその流路の幅Yより狭い大きさである第1の構成（この第3実施例の場合）と、その折り返し部分の幅Xがその流路の幅Yと等しい大きさである第2の構成と、その折り返し部分の幅Xがその流路の幅Yより広い大きさである第3の構成との3種類を用意した。

【0080】図12は、上記各構成の燃料電池についての電圧と電流密度との関係を示したグラフである。図中、曲線Fは第1の構成の燃料電池についてのもので、曲線Gは第2の構成の燃料電池についてのもので、曲線Hは第3の構成の燃料電池についてのものである。

【0081】図11に示すように、冷却水流路の折り返し部分の幅Xがその流路の幅Yより狭い大きさの第1の構成の燃料電池は、他の2つの構成に比較して、測定範囲の総ての電流密度に亘ってその特性が優れていた。特に、高電流密度領域（0.5[A/cm<sup>2</sup>]以上）での電圧低下が小さいことがわかる。次に電池特性の優れているのが幅Xと幅Yとが等しい構成の燃料電池である。

【0082】したがって、図12に示した結果からも、

この第3実施例のように、冷却水流路の折り返し部分の幅Xがその流路の幅Yより狭い大ききとすることで、燃料電池の電池性能が向上することが認められた。

【0083】前記第1および第3実施例の変形例について、次に説明する。前記第1および第3実施例の燃料電池に備えられるセバレータ24、25または冷却プレート230は、リブ片55、56(255、256)を用いて1本の連続する流路を形成していたが、これに替えて、次のような形状のセバレータもしくは冷却プレートの構成としてもよい。即ち、図13に示すように、この変形例のセバレータもしくは冷却プレートでは、両端が外縁の平面部から離れて形成されるリブ片355、356を流路底面上に有しており、リブ片355、356と両外縁の平面部との間隙を介して流路が分岐するようにする。この構成によっても、供給ガスまたは冷却水の供給口358と排出口359との間に、複数の凸部353を有する屈曲形状の大流路を形成することができることから、第1実施例および第3実施例と同様に燃料電池性能の向上を図ることができる。

【0084】また、他の変形例のセバレータもしくは冷却プレートとして、図14に示すように、流路底面上に複数の凸部453を有し、さらに、その流路底面上に、渦巻き状の大流路を形成する渦巻き状のリブ部455を有する構成としてもよい。この構成によっても、供給ガスまたは冷却水の供給口458と排出口459との間に、複数の凸部453を有する渦巻き形状の大流路を形成することができることから、第1実施例および第3実施例と同様に燃料電池性能の向上を図ることができる。

【0085】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例である燃料電池10を構成する単セル20の構造を模式的に表わす断面図である。

【図2】燃料電池10の全体構造を模式的に表わす断面図である。

【図3】セバレータ24の平面図である。

【図4】セバレータ24の半分の斜視図である。

【図5】ウェットな供給ガスを用いた第1の条件下で燃料電池10と従来の燃料電池とを運転したときの電圧と電流密度との関係を示すグラフである。

【図6】ドライな供給ガスを用いた第2の条件下で燃料電池10と従来の燃料電池を運転したときの電圧と電流密度との関係を示すグラフである。

【図7】第1実施例の変形例としてのセバレータ90の平面図である。

【図8】他の変形例としてのセバレータ95の平面図である。

【図9】第2実施例で用いられる冷却プレート130の

平面図である。

【図10】第2実施例の燃料電池と従来の燃料電池についての電圧と電流密度との関係を示すグラフである。

【図11】第3実施例で用いられる冷却プレート230の平面図である。

【図12】冷却水流路の折り返し部分の幅を変更して得られる各燃料電池についての電圧と電流密度との関係を示すグラフである。

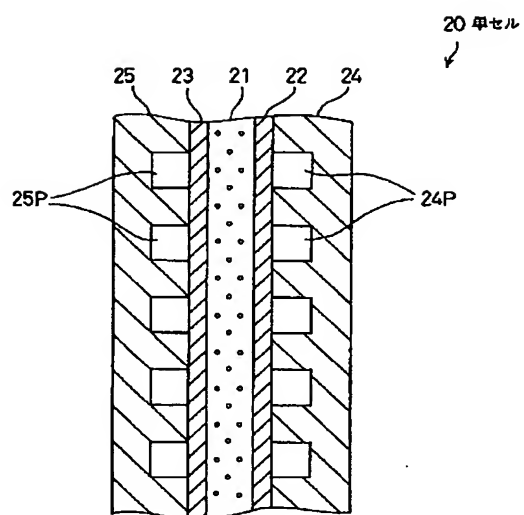
【図13】変形例としてのセバレータまたは冷却プレートを表わす平面図である。

【図14】他の変形例としてのセバレータまたは冷却プレートを表わす平面図である。

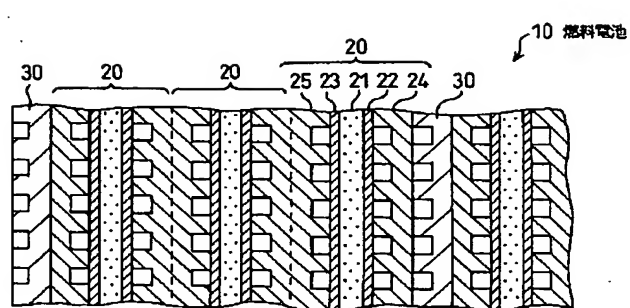
#### 【符号の説明】

- 10…固体高分子型燃料電池
- 20…単セル
- 20…燃料電池
- 21…電解質膜
- 22…アノード
- 23…カソード
- 24、25…セバレータ
- 24P…燃料ガス流路
- 25P…酸素含有ガス流路
- 30…冷却プレート
- 41、43、45、46、47、48…孔
- 51…段差面
- 53…凸部
- 55、56…リブ片
- 90…セバレータ
- 91、92…リブ片
- 91b、92b…端部
- 95…セバレータ
- 96、97…リブ片
- 130…冷却プレート
- 131、133、135、136、137、138…孔
- 151…段差面
- 153…凸部
- 230…冷却プレート
- 231、233、235、236、237、238…孔
- 251…段差面
- 253…凸部
- 255、256…リブ片
- 353…凸部
- 355、356…リブ片
- 358…供給口
- 359…排出口
- 453…凸部
- 455…リブ部
- 458…供給口
- 459…排出口

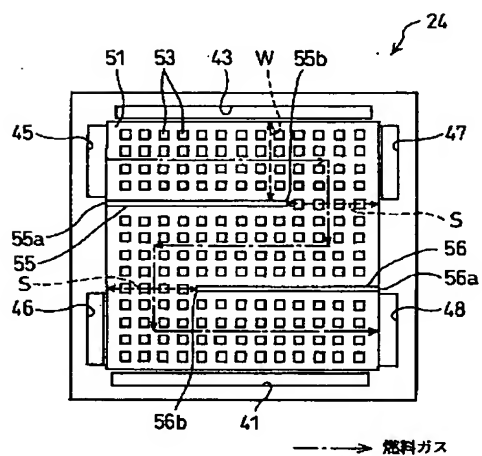
【図 1】



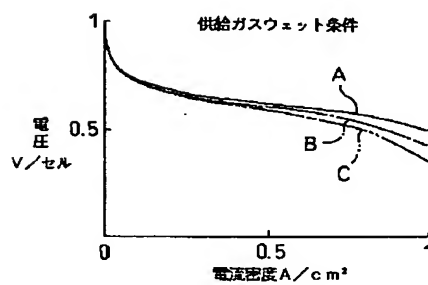
【図 2】



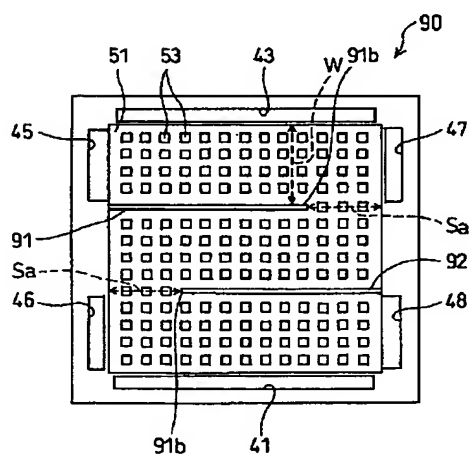
【図 3】



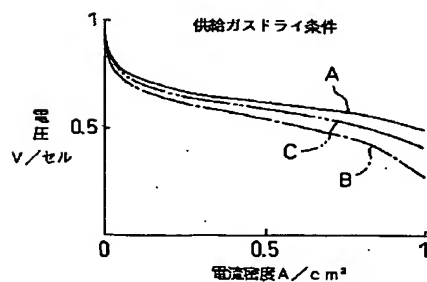
【図 5】



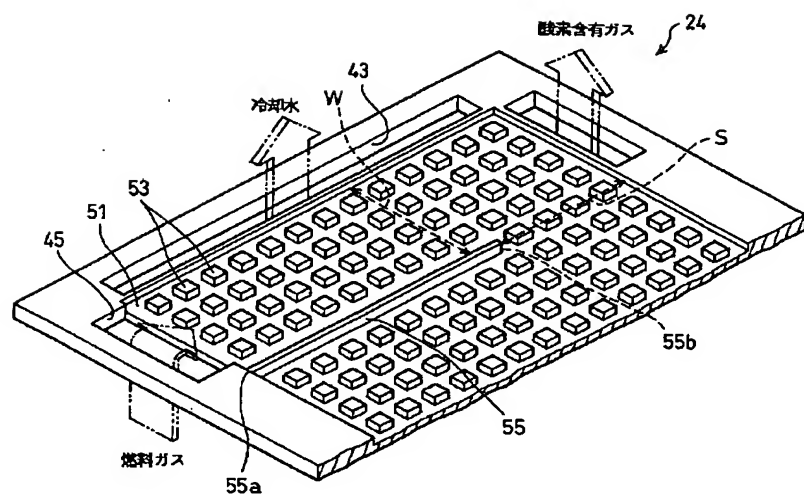
【図 7】



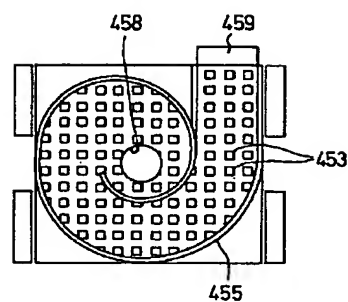
【図 6】



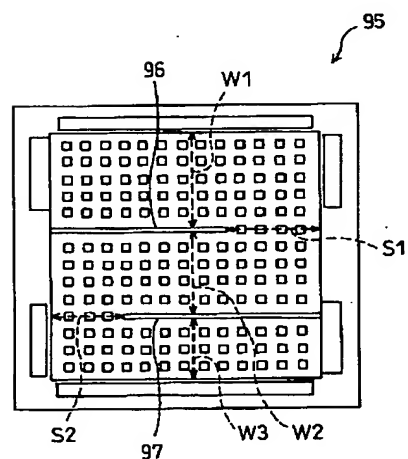
【図4】



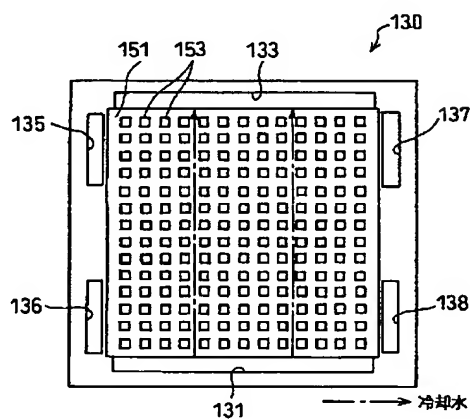
【図14】



【図8】

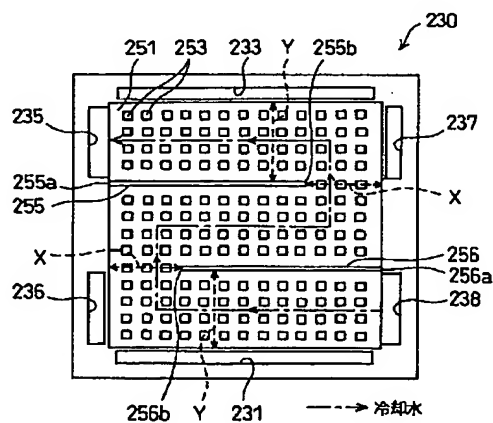
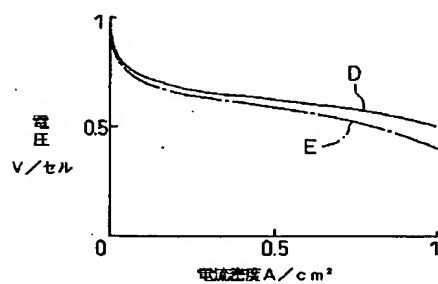


【図9】

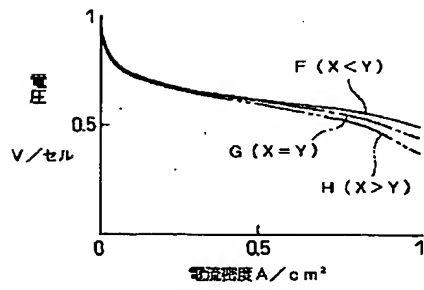


【図11】

【図10】



【図12】



【図13】

